

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-263922

(43)Date of publication of application : 16.11.1987

(51)Int.Cl.

C21D 8/00
B21J 1/06
B21J 5/00
// C22C 38/00
C22C 38/00
C22C 38/06
C22C 38/58

(21)Application number : 61-104670

(71)Applicant : JAPAN CASTING & FORGING CORP

(22)Date of filing : 09.05.1986

(72)Inventor : MORIYAMA YASUSHI
HAYASHI KAZUO

(54) PRODUCTION OF FORGED STEEL

(57)Abstract:

PURPOSE: To economically produce a forged steel having good toughness by forging a billet having a specific compsn. under specific conditions to form a long-sized circular solid forging having a circular sectional shape and subjecting the forging immediately to accelerated cooling under specific conditions.

CONSTITUTION: The billet which contains, by wt%, 0.02W0.7% C, $\leq 0.6\%$ Si, $\leq 2\%$ Mn, $\leq 0.020\%$ P, $\leq 0.015\%$ S, and $\leq 0.1\%$ total Al, and consists of the balance Fe and inevitable impurities is prepd. The billet is then forged in such a manner that the cumulative draft at $\leq 1,050^{\circ}\text{C}$ attains $\geq 20\%$ to form the long-sized solid or hollow forging having the circular or polygonal sectional shape of $\leq 800\text{mm}$ outside diameter or diagonal line length. The forging is immediately subjected to the accelerated cooling to attain $\geq 5^{\circ}\text{C/mm}$ average cooling rate down to $800\text{W}400^{\circ}\text{C}$. The finer grains of the structure of the steel products is thereby formed and the toughness is obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-263922

⑪ Int. Cl.	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開 昭和62年(1987)11月16日
C 21 D 8/00		B-8015-4K	
B 21 J 1/06		7112-4E	
5/00		A-7112-4E	
// C 22 C 38/00	3 0 1	Z-7147-4K	
	3 0 2	A-7147-4K	
38/06			
38/58			

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 鍛鋼の製造法

⑮ 特 願 昭61-104670

⑯ 出 願 昭61(1986)5月9日

⑰ 発 明 者 森 山 康 北九州市八幡西区紅梅町2-10-1
⑰ 発 明 者 林 和 雄 北九州市八幡東区高見2丁目94
⑱ 出 願 人 日本鑄鍛鋼株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号
⑲ 代 理 人 弁理士 茶野木 立夫

明 細 書

1. 発明の名称

鍛鋼の製造法

2. 特許請求の範囲

1 重量%で

C 0.02~0.7%、Si 0.6%以下、

Mn 2%以下、P 0.020%以下、

S 0.015%以下、合計Al 0.1%以下

を含み、残部がFeおよび不可避免的不純物よりなる化学成分を有する鋼片を、1050℃以下での果横圧下率が20%以上である鍛造を施し、外径又は対角線長が800mm以下の円形又は多角形の断面形状である中実又は中空の長尺鍛造品とし、鍛造後直ちに800~400℃の平均冷却速度が5℃/mm以上になるような加速冷却を施すことを特徴とする鍛鋼の製造法。

2 重量%で

Mn 10~35%、Cu 1%以下、

(1)

Cr 30%以下、Ni 70%以下、

Mo 5%以下、Nb 0.2%以下、

V 0.3%以下、Ti 0.1%以下、B 0.01%以下、

N 0.5%以下

の1種又は2種以上を含む鋼片を使用した特許請求の範囲第1項記載の鍛鋼の製造法。

3 重量%で

Ca 0.005%以下、Zr 0.1%以下、

Ta 0.1%以下、Ce、La等のREMの合計が0.005%以下の1種又は2種以上を含有した鋼片を使用した特許請求の範囲第1項又は第2項記載の鍛鋼の製造法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は石油掘削用ドリルカラー、ポンプ軸、シリンダー、CC用ロールその他に使用される断面形状が円形又は多角形の中実長尺鋼及びボイラヘッダー、連結管、プロセス配管構造用等に使される鋼管の製造法に関する。

(従来技術)

(2)

従来上記各目的に使用される丸鋼、角鋼、鋼管は各種圧延法による圧延又はプレス鍛造機による成形鍛造が行われ、熱処理は圧延又は鍛造後再加熱による熱処理が行われて来た。この場合圧延および成形鍛造は、可能な限り高温で行い、その仕上温度は成形形状の確保のために、出来るだけ高温にするのが通常であつた。

しかしながらこれらの方法は、靱性の確保や強度の確保は一応可能であるが、特に最近用途の拡大や使用条件が苛酷になり、その対応策として、必要特性として更に強度、靱性の向上が要求されて来るに至り、又経済的にも製造工期の短縮の意味からも、従来法では対応が困難になりつつあるのが現状である。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は、上記既存技術の問題点を考慮し、比較的低温域における高速熱間加工により、加工歪みを与え、その歪みが低減しない間に、つまり、熱間加工終了後直ちに強制冷却を行つて、組織の細粒化を行うことにより、強靱性が得られること

(3)

片を使用し、前記鋼において、それぞれの化学成分に更に必要に応じてCa 0.005%以下、Zr 0.1%以下、Ta 0.1%以下、Ce、La等のREM Total 0.005%以下の1種又は2種以上を含有した鋼片を使用した鍛鋼の製造法にある。

以下に本発明を詳細に説明する。

先ず、本発明の対象とする鍛鋼を構成する化学成分の限定理由について説明する。

Cは本発明の対象とする各種製品の強度を確保する意味から基本的に必要で、その最低値は0.02%である。これ未満では炭素鋼、低合金鋼、高合金鋼共に基本的に強度の確保が困難になる。0.7%を超える含有量では、炭素鋼、低合金鋼では伸びや溶接性が劣化し、偏析部にFe₃Cが析出する可能性が生じ、靱性を劣化させる原因となる。又、オーステナイトを基本組織とする高合金鋼においても、偏析部に異常炭化物が生じ、これが靱性や伸びを劣化させる原因となる。従つてCの限定量は0.02%~0.7%である。

Siは通常の製鋼法では、脱酸剤として鋼中に

(5)

に溶け出し、靱性が良好な鍛鋼を経済的に製造する方法を提唱するものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明はこれらの新規な知見に基づいてなされたもので、その要旨とするところは、重量%でC 0.02~0.7%、Si 0.6%以下、Mn 2%以下、P 0.020%以下、S 0.015%以下、Total Al 0.10%以下を含み、残部がFeおよび不可避免的不純物よりなる化学成分を有する鋼片を、1050℃以下での累積圧下率が20%以上である鍛造を施し、外径又は対角線長が800mm以下の円形又は多角形の断面形状である中実又は中空の長尺鍛造品とし、鍛造後直ちに800~400℃の平均冷却速度が5℃/mm以上になるような加速冷却を施すことを特徴とし、前記において、化学成分のうちMnを除く他の成分が同一範囲にあり、更に必要に応じて重量%でMn 10~35%、Cu 1%以下、Cr 30%以下、Ni 70%以下、Mo 5%以下、Nb 0.2%以下、V 0.3%以下、Ti 0.1%以下、B 0.01%以下、N 0.5%以下の1種又は2種以上を含む鋼

(4)

多少含まれ、固溶硬化により強度上昇に寄与するが、多量に添加すると靱性が劣化し、0.6%超では溶接した場合、特に溶接熱影響部の靱性も著しく劣化するため0.6%以下とした。

Mnは地鉄に固溶し焼入性を向上させ、強度の確保、靱性の向上に有効であるが、特許請求の範囲第1項の成分の炭素鋼では、2%を超えると徒らに溶接性や伸び等を損うため上限値を2%とした。

Pは粒界に偏析し、特に本発明の対象となる鋼では、靱性の向上に有害であるため低いことが望ましいが、経済性とP低減の材質への効果の兼ね合いの点から0.020%とした。

Sは本発明の対象とする鋼の初期靱性を劣化させるため、低いことが望ましいが、溶製上の困難さを考慮して、上限を0.015%とした。

AlはAlNとして鋼中に存在し、鋼片加熱時のオーステナイトの粗大化を防止する意味で効果的であり、又脱酸剤として鋼中の酸素量を少なくするために必要だが、あまり過多になると、いたづらに

(6)

鋼中に Al_2O_3 を主体とする介在物の量を多くするために、靱性を粗害することがある。本発明で上限値を Total Al として 0.1 ㎎としたのは、後者の理由からである。

以上が基本的な元素であるが、本発明ではさらに次のような元素を必要に応じて添加した鋼でも、同様な効果を発揮させることが可能である。即ち本発明は特許請求範囲第 1 項に規定する成分と、その範囲以外にさらに Mn、Cu、Cr、Ni、Mo、Nb、V、Ti、B、N 或いはさらに Ca、Zr、Ta や Ce、La 等の REM を添加して、組織的には基本的にオーステナイトになる鋼も含め、フェライト、パーライトや上部ベイナイト、下部ベイナイト、マルテンサイト等の硬化組織又はそれらの組織を焼戻した状態の組織、或いはそれらの混合組織から成る鋼を、靱性向上の他に強度、高温強度、クリープ特性、耐食性、耐摩耗性等の各種性質を確保する目的から製造することが可能である。

つまりこれらの鋼は、本発明で規定する鍛造温度の上限値 1050℃では、いずれもオーステナイ

(7)

果があるが、1 ㎎を超える量を添加すると、赤熱脆化を起し、鍛造時の割れを発生する可能性が強くなる。従つて上限のみを規定し 1 ㎎と定めた。

Cr は耐食性を向上し、又焼入性を著るしく向上させる。又高温のクリープ破断強度や、高温での引張強度を向上させる。それぞれの目的により添加する量が異なるが、30 ㎎超では、そのすべての効果が飽和的になると共に、精錬の困難さの増加や、加工性の劣化などが生じる。従つて 30 ㎎を上限と決めた。

Ni はオーステナイト生成元素として、オーステナイトステンレス鋼や、非磁性鋼などの主元素として添加される。又、フェライトやベイナイト、マルテンサイト組織をもつ鋼の靱性を向上させる元素として添加することが効果的である。この場合他の元素、特に Cr を本発明に規定する 30 ㎎含んだ場合でも、安定にオーステナイトを保持するためには、70 ㎎の Ni 量が必要であるが、これを超える量含有しても、他の元素量が減少することになり、反つて強度が低下するなどの欠点を生じ

(9)

組織であり、この状態以下の温度で 20 ㎎以上の累積圧下率を伴う鍛造を行えば、その直後に行う加速冷却による変態域での細粒化効果や、又は鍛造後のオーステナイトの再結晶による細粒化、或いは累積歪みの固定と、必要に応じ更に再加熱を行うことで、再結晶させることによるオーステナイトの細粒化により、結果的に細粒オーステナイトが期待出来、最終組織が細粒である鋼の製造が可能である。

即ち Mn は Ni の代替となり、オーステナイト化傾向を強くする元素で、Cr との共存でオーステナイトステンレス鋼や、非磁性鋼を製造することが出来る。この場合の必要量としては、Ni 量との兼ね合いにもよるが、安定なオーステナイトを得るためには、最低 10 ㎎を必要とするため下限を 10 ㎎と決めた。また、Mn 量が多過ぎる場合は、精錬上極めて困難を伴うことが多い。この限界量は 35 ㎎であり、上限量をこれに決めた。

Cu は少量の場合、地鉄中に溶解し強度向上に役立つ。又 Cr などと共に、耐候性などの向上効

(8)

る。従つて Ni の上限は 70 ㎎とした。

Mo は地鉄中に固溶、又は Mo_2C 等の炭化物を形成せしめ、強度の向上、焼入性の向上の他、耐熱鋼の場合高温クリープ破断強度を増加安定させる。低合金鋼の場合、焼戻脆化を防止させる。ステンレス鋼など耐食鋼の場合、ピット性の腐蝕を防止させる等の効果があり、本発明では 5 ㎎迄添加することを規定した。5 ㎎を超える添加量では、これらの効果の向上が少いことと、不経済であるためである。

Nb は Nb (C、N) を鍛造中に析出させ、そのピンニング効果による未再結晶域の拡大作用により、鍛造効果の累積作用を来す。又、加速冷却後の焼戻しによる析出硬化を起すため強度が向上する。又、B との共存で、焼入性を大きく向上させる等の効果がある。しかしながら過多に添加しても、効果の向上が望めないばかりか、反つて脆化が大きいなどの欠点を生じる。この限界が 0.2 ㎎である。従つて上限値を規定し 0.2 ㎎とした。

V は地鉄中に固溶するが、殆んどは V (C、N)

(10)

となつて析出し、析出硬化現象を生じるが、過剰になると著るしい脆化を来す。本発明の目的とする鋼種では、この限界が0.3%である。従つて0.3%を上限值とした。

TiはNを固定し、Bを有効化させるためBと併用して添加したり、TiNとして溶接熱影響部の粗大化を防止し、靱性の劣化を防ぐため添加することがあるが、0.1%を超えると介在物が増加し、又、地鉄中に一部固溶して、著るしく靱性を劣化せしめる場合がある。したがつて限定量は0.1%以下とした。

Bは高温での変態を抑制し、ベイナイト領域での変態を行わしめる際に、極めて有用な元素であり、又耐熱用Cr鋼のクリープ破断強度を安定させる効果もあるが、0.01%超では、母材及び溶接を行つた場合の溶接部の靱性を劣化せしめる。従つて0.01%を上限とした。

Nは地鉄中、特にオーステナイト組織を有する鋼には、多量に固溶し、強度を向上せしめるが、フェライト、ベイナイト、マルテンサイトを基と

(1)

Total量として0.005%を超えると、鋼の清浄度を低下せしめる。したがつてCa及びREMのTotal量を、それぞれ0.005%以下と限界した。

Zr、TaはO、N、Sとの親和力が強く、このため脱酸、脱窒、脱硫剤として少量添加して効果があるが、含有量が0.1%を超えると、それぞれの化合物が鋼中に散在して母材の靱性を劣化せしめる。従つてそれぞれ0.1%以下とした。

次に本発明における製造条件の限定について、その理由を説明する。

本発明においては、前述の如き化学成分を有する鋼片を用いるのであるが、鋼片については、鍛造まま或いは偏析を拡散する目的、又は断面厚みの減少を目的とした減厚鍛造、又は圧延を行つたものでもよく特に指定しない。

鋼片は最終的にはその断面形状が円形、多角形の中空・中空である長尺鍛鋼品に鍛造されるが、その鍛造は、鍛造後直ちに材質向上のための加速冷却が施こされるため、その加速冷却開始温度は、長さ方向、周方向全体に亘つて、許容可能な温度

(2)

する鋼では、Bの焼入性を阻害したり、靱性を低下せしめるなどの欠点を生じることが多い。従つて本発明の特許請求の範囲第1項に規定する成分鋼の場合、むしろ低減し、好ましくは50PPM以下であるが、特許請求の範囲第2項に示す合金元素を添加する鋼のうち、特にオーステナイト鋼の強度を向上させる意味では、添加すると効果的である。しかしこの場合でも、あまり多量に添加すると靱性を著るしく損うことになる。0.5%を上限としたのは、この理由によるものである。

以上記述した元素以外に、更に本発明ではCa、ZrやCe、La等のREMを添加して、特許請求の範囲の第1項又は第2項に記載する鋼の特性を更に向上することが出来る。これらのうち、先ずCaは硫化物の形態制御を行い、圧延方向と直角な方向の切欠靱性を向上させる目的で、添加することがあるが、0.005%を超えると表面及び内部の介在物が増加し、UST検査での不良原因となることがある。Ce、La等のREMは、Caと同様な効果があるため添加することが出来るが、この場合も

(3)

範囲に入る必要がある。この場合長尺鍛鋼品としたが、長さは特に指定しない。しかし一応の目安として、断面直径或いは対角線長の2倍以上である。

従つてその鍛造時間は出来るだけ、短時間に用いるのが好ましく、必然的に高速鍛造となる。鍛造時間は特に指定しないが、上記の理由から短い方がよく、好ましいのは10分以内である。鍛造中の軸を中心とする回転は、周方向に均一な鍛造効果を与え、材質を均一にし、偏肉防止を図る。

又鍛造による歪み効果の累積のため、鍛造途中の再加熱は出来るだけ行わず、特に本発明に規定する1050℃以下で、20%以上の累積歪み圧下を加える間、及び鍛造後の再加熱は行わない。

次に鍛造の際の圧下を、1050℃以下での累積圧下率が20%以上加えるように規定したのは、本発明に規定する化学成分を有する鋼の鍛造の有効温度域が、1050℃以下であるからであり、この有効温度域における圧下率を、各パスでの累積値として、20%以上とるような鍛造を行えば、

(4)

その直後に加速冷却を行つた場合、組織が基本的にオーステナイトである鋼以外の鋼については、加速冷却中に変態が起り、加工歪の影響により極めて細粒の変態組織となる。

一方、組織が基本的にオーステナイトである鋼は、加速冷却によりその歪が常温迄固定され、その後の溶体化処理等により、再結晶を起し細粒化する。この有効鍛造温度の上限が1050℃であり、歪が累積した組織を有効に生成せしめる圧下率の下限が20%である。

鍛造の有効下限温度は、鋼の化学成分や圧下量等によつて異なるため、本発明では規定しないが、冷却により変態を起す鋼、つまり組織が基本的にオーステナイトである鋼以外の鋼では、鍛造後の加速冷却の開始温度が、変態点以上であるように、鍛造機—冷却装置間の温度低下代を、考慮した温度であることが望ましい。

鍛造終了後加速冷却迄の時間は、特に規定しないが、出来るだけ短い方がよく、好ましくは60秒以内である。これが本発明で云う直ちに加速冷

05

とする鋼の組織が充分細粒で、充分高い靱性となるようにするための最大サイズが800 μ mであるからで、これより大きい断面を有する鋼では、高速で充分な有効鍛造深度を持つ鍛造が、困難である。

尚加速冷却後の熱処理の是非については、特に規定しないが、用途と化学成分及び確保しようとする特性に応じ、硬化組織の焼戻し、オーステナイト鋼の溶体化処理など行うこともある。

(実施例)

表1に示す化学成分を有する鋼を溶製し、同表欄外に示す方法で鋼片を作成し、それぞれ表2に示す製造条件と同様な条件で、シユミレート鍛造及びシユミレート熱処理を行つた。熱処理後それぞれ強度、靱性について試験に供した。

これらによると、製造番号1～18はそれぞれ化学成分、製造条件共に本発明の規定に合致しているもので、断面形状が円形・四角形の中実長尺鋼では、スプレーによる加速冷却、油或いは水浸漬により、800～400℃での平均冷却速度が

07

却を行うを意味する。

次に800℃から400℃迄の冷却速度を、5℃/mm以上と規定したのは、冷却後の組織をマルテンサイト、ベイナイト等の硬化組織にする目的、変態域を急冷して細粒フェライトパーライトにする目的、基本的にオーステナイト組織である鋼のように、歪を固定して、後工程で再加熱による再結晶細粒化を行う目的等、化学成分と目標特性に応じて異なるが、いずれも最終的には微細な組織を得て、高靱性の鋼にするためである。

つまり、本発明に規定する化学成分を有する鋼では、800℃から400℃迄の平均冷却速度が、5℃/mm以上になるような冷却速度で以上の効果が達成可能である。加速冷却の終了温度は、特に規定しないが、変態終了温度以下の温度、又は歪みの回復が、極めて小さくなる温度以下の温度に迄、冷却を行うのがよく、200℃以下が好ましい。

最後に目的とする鍛造材の丸鋼断面の直径、又は多角形鋼の対角線の長さが、800mm以下と規定したのは、以上のべた限定製造条件の中で、目的

06

6.0～180℃/mmとした。又中空円形つまり鋼管状の実施例については、水浸漬により200℃/mmの冷却速度とした。

機械的性質は、引張試験の結果および2mmV衝撃試験の結果について、表2に併記したが、強度、靱性共極めて良好な結果を示し、本発明例と同一成分鋼を、製造条件が本発明の規定に外れた場合の製造例、 ϕ 19、20、21に比して、判然とした有意差を示し、本発明の効果による差が顕著であった。

08

表 1

鋼種	化 学 成 分 (wt%)														Ca	REM
	C	Si	Mn	P	S	Total Al	Cu	Cr	Ni	Mo	Nb	V	Ti	B	N	
A-1	0.03	0.18	0.72	0.012	0.008	0.025	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0041	-
A-2	0.45	0.22	0.65	0.016	0.012	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0037	0.001
A-3	0.55	0.28	0.85	0.015	0.008	0.037	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0062	-
A-4	0.09	0.42	1.27	0.012	0.006	0.041	-	-	1.20	-	0.007	-	-	-	0.0051	0.002
A-5	0.12	0.05	0.66	0.011	0.003	0.006	-	3.07	0.20	1.05	0.02	0.24	0.02	0.0055	0.0080	-
A-6	0.18	0.04	1.05	0.010	0.005	0.008	-	2.25	0.50	0.98	-	-	-	-	0.0075	-
A-7	0.10	0.20	1.30	0.010	0.003	0.050	-	-	2.25	0.12	-	-	-	-	0.0041	-
A-8	0.08	0.27	1.40	0.013	0.006	0.032	0.20	-	4.20	0.32	0.02	-	-	-	0.0037	-
A-9	0.13	0.12	1.10	0.015	0.006	0.004	-	5.07	0.52	1.20	0.015	0.22	-	-	0.0067	0.001
A-10	0.06	0.04	0.48	0.005	0.007	0.007	-	9.05	0.51	1.41	0.05	0.12	-	-	0.0140	-
A-11	0.08	0.12	0.57	0.012	0.008	0.027	-	-	9.02	0.12	-	-	-	-	0.0052	-
A-12	0.02	0.44	0.87	0.031	0.005	0.020	-	18.6	9.6	-	-	-	-	-	0.039	-
A-13	0.05	0.30	2.45	0.020	0.007	0.025	1.02	15.4	0.99	-	0.06	-	-	-	0.201	-
A-14	0.16	0.21	1.35	0.018	0.007	0.030	0.4	17.0	2.2	-	-	-	-	-	0.42	-
A-15	0.03	0.37	0.42	0.019	0.008	0.015	-	25.0	21.3	1.0	-	-	-	-	0.015	-

50 kg真空溶解炉にて溶解、断面120φ×380の鋼塊とした後、平均直径1030mmの鋼塊から、表2の各製造番号の
実施例に相当する直径又は対角線長の鋼への断面減少率に相当する圧下を、それぞれ加えた。

又、表2の1050℃以下での累積圧下率は、この断面減少率の内数である。

表 2

製造 番号	鋼 種	断面形状	直径又は 対角線長 (mm)	1050℃ 以下の炭素 圧下率(%)	800~400℃の 平均冷却速 (℃/分)	機械的性質			備 考
						Y_P (kgf/mm ²)	T_S (kgf/mm ²)	EL (%)	vE_0 (kgf-m)
1	A-1	円形中実	230	23	80(水冷)	41.0	48.2	37.0	38.5
2	A-2	円形中実	230	23	80(水冷)	62.4	85.9	19.2	21.3
3	A-3	円形中実	230	23	80(水冷)	67.4	89.5	18.5	20.4
4	A-4	円形中実	230	23	80(水冷)	45.7	57.2	24.0	27.8
5	A-5	四角形中実	450	25	6.5(油冷)	52.3	61.2	24.2	16.4
6	A-6	円形中実	230	23	80(水冷)	57.2	73.4	18.5	27.4
7	A-7	円形中実	230	42.5	80(水冷)	43.5	58.2	26.3	28.5
8	A-8	円形中実	230	23	80(水冷)	48.2	60.4	25.7	26.5
9	A-9	四角形中実	600	31.5	10(水冷)	65.7	71.5	19.5	18.5
10	A-10	円形中実	230	23	80(水冷)	55.2	63.2	24.3	16.2
11	A-11	円形中実	150	50	180(水冷)	62.4	73.1	20.7	21.3
12	A-12	円形中実	230	23	6.0(油冷)	40.5	75.1	37.4	23.2
13	A-13	円形中実	230	23	80(水冷)	41.3	73.2	36.5	18.4
14	A-14	円形中実	230	23	80(水冷)	37.5	70.4	38.1	16.5
15	A-15	円形中実	230	23	80(水冷)	36.3	72.4	39.5	20.3
16	A-3	円形中空	外径 230 内径 150	25	200(水冷)	65.2	87.2	17.4	19.8
17	A-4	円形中空	外径 230 内径 150	25	200(水冷)	47.2	60.3	25.2	27.4
18	A-6	円形中空	外径 230 内径 150	25	200(水冷)	59.3	78.2	20.1	28.4
19	A-4	円形中実	230	5%以下	80(水冷)	46.5	58.3	22.3	7.4
20	A-7	円形中実	230	23	80(水冷)	44.7	58.3	25.7	5.3
21	A-12	円形中実	230	23	80(水冷)	43.5	74.2	38.2	5.2

(発 明 の 効 果)

以上の実施例からみても明らかな如く、本発明によれば従来法により得られた鋼に比して靱性が良好な鍛鋼が経済的に製造し得ることが可能になるものであり、産業上の効果は顕著なものがある。

代理人 弁理士 茶 野 木 立 夫

(2)